

# 晋中传统山地民居适应地形的节地营建模式研究

辛雨辰, 严少飞, 韩卫然, 罗康诚

(西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** 为在晋中地区乡村振兴建设中达到集约高效的利用土地、缓解人地矛盾的目标, 基于节地视角, 探究了晋中传统山地民居与地形的适应关系及其空间特征。首先分析了不同山地地质、坡度条件下民居基面的施工工艺, 提出“勒脚式、下挖式、挖填结合式”三种民居基面的处理方式; 其次采用坡度分级的分类方式, 结合民居实例探讨每类地形中民居院落落的组织方式及空间特征, 提出了“缓坡地形、斜陡坡地形、急陡坡地形”三大类院落与地形坡度相互映射的营建模式; 最终通过对典型民居所在地形坡度、占地面积及土地利用率的量化统计分析, 揭示了晋中传统山地民居土地利用与民居所在地形坡度呈现正相关趋势的节地规律。提出了晋中传统山地民居在基面处理-空间组织-节地机理三方面适应于地形的节地营建模式, 体现出传统民居在解决人地矛盾中所呈现的营建智慧, 对当代乡村振兴建设活动提供了参考与借鉴。

**关键词:** 晋中传统山地民居; 山地地形; 土地利用; 适应性; 节地营建模式

中图分类号: TU982.29

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2023)05-0756-10

## Research on the land saving construction mode of traditional dwellings adapted to terrain in Jinzhong mountain

XIN Yuchen, YAN Shao-fei, HAN Wei-ran, LUO Kang-cheng

(School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** In order to achieve the goal of intensive and efficient use of land and ease the contradiction between man and land in the rural revitalization construction of Jinzhong area. Based on the perspective of land saving, to explores the adaptive relationship between traditional mountain dwellings and terrain in Jinzhong and its spatial characteristics. Firstly, to analyze the construction technology of residential foundation under different mountain geology and slope conditions, and puts forward three treatment methods of residential foundation, namely, “legging type, undercutting type and excavation-filling type”. Secondly, the classification method of slope classification is used to discuss the organization mode and spatial characteristics of residential courtyards in each type of terrain combined with residential examples, and the construction mode of “gentle slope terrain, oblique steep slope terrain and steep slope terrain” is proposed. Finally, through the quantitative statistical analysis of the terrain slope, land cover area and land utilization rate of typical dwellings, the paper reveals the land saving law of Jinzhong traditional mountain dwellings which presents a positive correlation trend between the land utilization rate and the terrain slope of the dwellings. To forward the land saving construction mode of traditional mountain dwellings in Jinzhong, which is adapted to the terrain from three aspects: foundation treatment, space organization and land saving mechanism, which reflects the construction wisdom of traditional dwellings in solving the contradiction between man and land, and provides reference for the contemporary rural revitalization construction activities.

**Key words:** traditional dwellings in Jinzhong mountain; mountain terrain; land utilization; adaptability; land saving construction mode

中国山地分布广泛, 地貌类型复杂, 传统山地民居在建设过程中形成了与山地共融的适应性

营建方式, 以提升对山地空间的利用率。其中, 晋中地区以其深厚的文化积淀和规模化的历史民

收稿日期: 2023-01-26

修回日期: 2023-08-30

基金项目: 十四五国家重点研发计划课题(2022YFC3803503)

第一作者: 辛雨辰(1997—), 男, 硕士生, 主要研究方向为城市设计。E-mail: 781967369@qq.com

通信作者: 严少飞(1986—), 男, 博士生, 主要研究方向为建筑历史及遗产保护。E-mail: 306668936@qq.com

居遗存,为我们提供了丰富的山地民居优秀营建案例。晋中地区多山地丘陵,西部是吕梁山脉,具有典型黄土高原的地貌特征,梁峁沟壑纵横,生态脆弱。但是近年来,随着人口增长,使得该地区乡村振兴建设活动中对平原用地愈发依赖,从而加剧了人地矛盾,并已然失去了村落的地域风貌。因此,在响应两型社会、弘扬传统文化的背景下,研究晋中传统山地民居节地营造模式具有重要的学科及现实意义。

近年来,关于晋中传统山地民居的研究日渐丰富。山西省住房和城乡建设厅组织编写的山西古村镇系列丛书中,从师家沟村<sup>[1]</sup>、碛口古镇<sup>[2]</sup>等典型传统民居聚落入手,为研究山地民居的空间形式、文化艺术留下了丰厚的基础资料;魏宇<sup>[3]</sup>以董家岭村为例,探究了山地聚落的立体化空间特征,提出了晋中山地传统村落生态适应性及保护发展研究策略。有学者基于晋中山地民居的结构特征进行了研究梳理,例如王金平<sup>[4]</sup>对山地窑洞的分布分类、构造技术进行了总结,表明窑洞建构技术的成熟是晋系民居特色的重要影响原因;薛林平等<sup>[5]</sup>描述了厦门古村民居中基于山地地形的“衬窑”结构做法,通过对勒脚层基面下层空间的利用,从而增大空间使用面积。此外,其他地区山地民居的研究也非常丰富,例如朱向东<sup>[6]</sup>以铁炉村为例分析了山西南部聚落中中筑台、勒脚、掉层、窑洞这四种迎合山地地形的民居建造手法,并总结了院落平面组织与等高线相互平行或垂直的两种关系。李先逵<sup>[7]</sup>针对巴蜀民居凝练出“台、挑、吊、坡、拖、梭、靠、跨、架、错、分、联(合)、转、钻、退、让、掉、爬”18种山地民居接地方法。在从现代山地建筑视角对建筑与地形关系的研究方面,例如卢济威<sup>[8]</sup>从建筑形态构成的角度,提出了地下式、地表式、架空式三种建筑接地方式;戴志中<sup>[9]</sup>进一步提出了地形适应建筑、建筑适应地形、建筑和地形相互适应的三种场地类型。在节地导向下,对山地聚落的空间形态、布局的研究方面,刘业鹏<sup>[10]</sup>从外部聚落边界划定和内部空间组织两个方面,对米脂县的用地适宜性进行评价并对空间布局进行了优化。上述研究表明:对山地建筑和晋中传统民居的研究成果丰富,但对晋中传统山地民居空间特征的研究却比较零碎,其中在对晋中民居与山地地形关系的方面尚缺少系统性研究;已有研究大多从集约化布局、用地结构等宏观规划视角对节地进行分析,而以建筑视角对晋中山地民居的节地研究存在空白。

此外,在研究方法上,已有文献中主要采用了对山地民居空间类型化、图示化的定性分析,缺少量化的分析论证。

本文对晋中传统山地民居适应地形的节地营建模式展开研究,分析了基面适应地形的处理方式,院落组织与地形的映射关系及其土地利用率。本文旨在提炼晋中传统山地民居节地营建特征与山地地形的关系,并对节地内涵进行定义和量化分析,揭示了晋中传统山地民居的节地建造机理及规律,为山地乡村振兴建设提供传承历史风貌、集约化土地利用的民居建设典范。

## 1 基面对地形的处理方式

山地民居基面建设是对山地空间利用的前提条件,即将原始地形处理成可建设用地的过程。本文所述建筑的“基面”,亦即与山体直接接触的底面,特指建筑入口层或具有较大室外活动空间的面层<sup>[8]</sup>。因此,基面的处理方式重在对山地地形的调适过程,是山地民居营建过程中首要的考虑因素及施工活动。晋中传统山地民居根据不同的坡度、坡形、土质,体现为三种不同的基面处理方式,一是以“填”为主的勒脚式营建模式;二是以“挖”为主的下挖式营建模式;三是“挖填结合”的土方优化营建模式。

### 1.1 勒脚式基面

勒脚式基面处理模式,指通过夯实土壤、碎石填充等手段,将坡地低洼处填平,为拟建民居提供平整地基。在晋中地区,勒脚往往采用土、石等多种材料复合而建,并依据材料特性分层构造。首先,在不规则山地表面上,利用土壤的可塑性夯实出平面底座,以土筑台搭建勒脚的雏形(早期的台基形式);其后,在夯实土壤上铺设碎石层,以增强地基整体的承载力;而后,在其上铺设土壤(或灰土)找平层。许多有条件的院落还在表面铺设石板面层,既可防水防潮,也可进一步提升地基承载力。勒脚外延用石材砌筑包裹,下宽上窄呈“梯形”状,以此抵抗勒脚内部的水平侧推力,并对坡脚的应力集中处予以结构加固,既防勒脚坍塌,也通过石材隔潮,防内侧土壤因受潮而降低结构强度和黏聚力(图1)。

鉴于勒脚式基面处理,是在原自然地形上的加筑工程,故对原地形地质的稳定性和坡度有着一定的要求,以防止滑坡现象发生。据调查统计,此类地质具有土壤内部不具大孔,无湿陷性,质紧密的坚稳特征,且地形坡度一般不超过20°,例

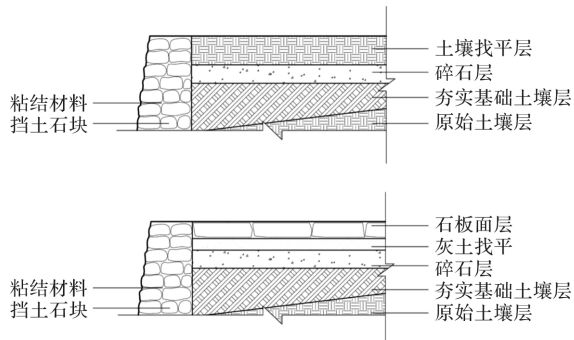


图1 勒脚剖面构造图

Fig. 1 Leggingbase section structure map

如石质山体, 午成黄土层<sup>[11]</sup>, 或坡形呈平直或下凹且坡体底部基岩完整并少有地下水活动的黄土层<sup>[12]</sup>的缓坡、斜坡段. 因此勒脚式基面优先适用于对缓坡、斜坡地形的调适, 随着坡度和院落进深的增加, 建设难度及工程量随之加大, 同时易于出现地基滑坡坍塌等安全风险, 故具有一定的使用局限性.

在晋中传统山地民居中, 勒脚式基面根据地形坡度和院落尺度表现出不同的应用方式. 例如在缓坡中, 由于地形高差较小, 多采用单一勒脚的方式平整建筑地基(图2(a)); 在斜坡中, 进深较小的一进院落仍可采用单一勒脚, 但进深大的多进院落可以结合各进院落设置多段台基作为基面, 以此消解不必要的土方工程(图2(b)); 也有在斜坡中采用单一勒脚的长进深院落, 故勒脚高度随坡地高差而增大, 此时院落主人多在勒脚底部设置衬窑, 作为储藏及牲口养殖功能, 以此增大对基础层空间的利用效率(图2(c)); 由于勒脚式基面使用的局限性, 目前尚未发现在急陡坡(超过 $35^\circ$ )中的应用案例.

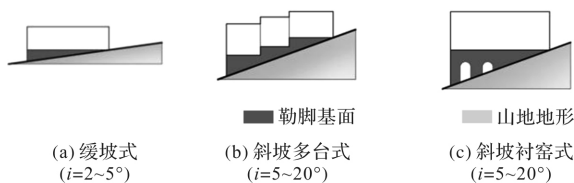


图2 勒脚式基面在不同坡度及院落中的应用方式

Fig. 2 The application of Leggingbase in different slopes and courtyards

## 1.2 下挖式基面

下挖式基面处理方式, 指通过将坡地表面松软土壤挖移, 以形成一个内凹型的山体空间, 并对其进行加固处理, 最终形成民居的建设基面. 其具体做法是, 首先通过对地形的挖掘, 将原坡地改造为平地 and 垂直壁; 进而对开挖后的山体界

面进行加固, 在其建设基面, 采用土壤夯实和铺砌碎石等方式提高地基强度, 在其垂直面, 将民居正房(通常是铜窑、接口窑)紧贴其建设, 通过建筑后墙壁、窑腿、窑脸的结构组合, 起到加固山体壁面的作用(图3).

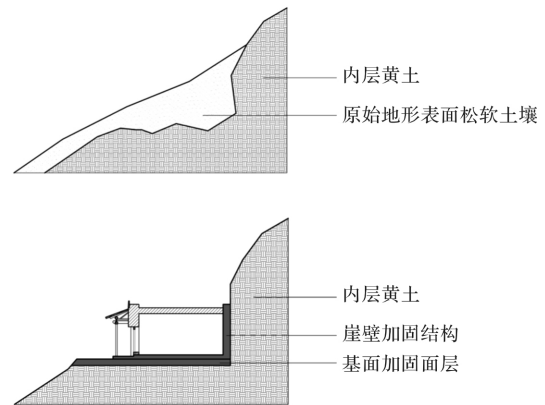


图3 下挖式剖面示意图

Fig. 3 Undercut section diagram

与勒脚式基面不同, 下挖式基面适用于易于挖掘, 组织结构细腻均质且黏重的地质, 例如离石黄土层. 但是由于该黄土层渗透性强和易于压缩变形等特点, 其斜面更容易发生滑塌现象<sup>[13]</sup>. 而采用下挖式基面的地形处理模式, 不仅提供了民居建设场地, 在其基面、建筑施工过程中本身也是对地形改造和加固的过程, 使其从原理上摆脱了坡面滑塌的潜在风险. 通过土壤夯实、铜窑等建筑结构, 共同抵抗挖掘断面内部的压-剪应力, 以提升壁面稳定性. 因此, 下挖式基面处理模式, 为提供山地建设用地的同时, 一定程度上也起到了滑坡灾害的预防作用<sup>[14]</sup>, 是一种对复杂自然地形调适利用的山地民居营建智慧.

与勒脚式基面处理方式相比, 下挖式基面处理方式具有更灵活的地形适应性, 从缓斜坡到急陡坡均有应用案例, 其下挖的土方量和下挖形式受地形坡度和院落尺度的影响. 在缓坡地形中, 单一院落只需要挖掘少量土方以形成一个单一高程的基面; 而多进院落营建前, 需要结合院落尺寸挖掘成连续台阶状的基面(图4(a)). 在晋中地区, 下挖式基面多应用于斜坡、陡坡地形中, 其处理方式与缓坡相似, 只是由于前后院落高差太大, 一般会通过掉层的形式组织不同高程的基面(图4(b)); 在大于 $35^\circ$ 的急陡坡地形中, 露天建设基面用地局促, 难以满足民居建筑的使用要求, 故一般以靠崖窑的形式向山体内部扩增(图4(c)).

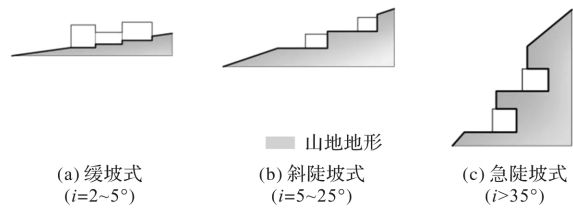


图 4 下挖式基面 在不同坡度及院落中的应用方式

Fig. 4 The application of Undercut base in different slopes and courtyards

1.3 挖填结合式基面

挖填结合式基面, 是一种对复杂地形优化的综合处理策略, 针对改变地形过程中的土壤挖掘、转运、填埋等环节, 则更多关注土壤的合理分配及运用, 在达到地形优化效果的同时, 尽可能降低人力物力及建设成本的消耗, 以此达到对土壤的科学管理, 体现了民居营建活动中的整体性统筹策略。

在晋中传统山地民居的基面设计中, 营建者通常会在开工前整体堪舆建设用地形态, 根据地形设计出合理的基面, 将高于基面的山地部分挖去, 低于基面的部分通过勒脚提升, 在这过程中,

会将挖掘的土壤直接用于勒脚内的土壤层, 台基坡道的修建等一切基础工程, 尽量减少对外的土方转运量, 以达到自身院落建设过程中的土方平衡。因此, 在晋中传统山地民居基面营建中, 相比于单纯的“填”“挖”模式, 往往更多采用“挖填”结合的土方优化模式, 通过下挖空间与勒脚层共同组合为民居用地基面(图 5)。

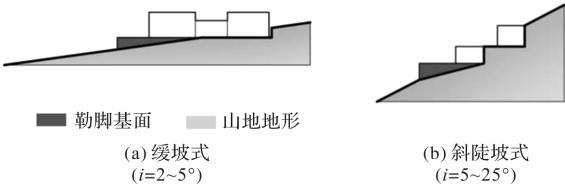


图 5 挖填结合式基面 在不同坡度及院落中的应用方式

Fig. 5 The application of excavation and filling combined foundation in different slopes and courtyards

1.4 基面处理方式总结

晋中传统山地民居基面的处理模式, 体现了山地空间特征与地形间的直接关联, 现对勒脚式基面、下挖式基面、挖填结合式基面的地形适用范围、院落特征、综合使用评价进行对比总结(表 1)。

表 1 对三种基面处理模式的总结

Tab. 1 Summary of three base processing modes

基面处理模式	适用地质条件	适用坡度	适用院落	评价
勒脚式基面	石质山体, 午成黄土层等坚稳性较强的地质	2~20°	以单进院落或横向并联院落为主, 但也可用于纵向串联的多进院落	不适用于坚固程度不足, 且坡度大于 20° 的地形, 故具有一定的使用局限性
下挖式基面	离石黄土层等结构细腻且黏重的地质	2~90°	全部院落类型均可适用	地形适应性强; 具有一定的滑坡灾害的预防作用
挖填结合式基面	兼顾坚稳性与可挖掘性的地质	勒脚式部分: 2~20° 下挖式部分: 2~90°	全部院落类型均可适用	地形适应性强; 具有一定的滑坡灾害的预防作用; 施工中尽可能满足土方平衡

2 院落组织与地形的映射关系

晋中传统山地民居中, 通过基面对地形的调试处理, 继而形成了具有不同标高的竖向院落空间组织, 体现出空间的层次性和立体性, 以达到节地营建目标。在坡度、高程、坡向、地表条件等众多地形影响因素中, 坡度对民居空间特征产生了最主要的影响<sup>[15]</sup>。故民居院落组织与山地地形的关系可以量化为与坡度之间的关系, 即用坡度分级来分类, 从而形成了民居与地形坡度相互映射的营建模式。本文分别针对缓坡、斜陡坡、急陡坡、垂直坡<sup>[16]</sup>四种坡地类型下的典型民居院落案例, 分析其建造方式、空间组织、交通流线

等与地形间的映射关系。

2.1 缓坡地形中的民居营建实例

缓坡是坡度在 2~5° 范围内的地形。灵石县静升镇高家崖堡中的郭厚宅建设于典型的缓坡地形上, 院落遵循轴线秩序(图 6(a、b)), 由南至北分别为甬道、前院、中院及内院, 并依据坡地地形由低至高组成拾级而上的空间序列<sup>[17]</sup>。根据 12.5 m 精度的 DEM 高程数据得知, 郭厚宅院落建设于坡度约 2~4.5° 的地形之上(图 6(c)), 院落采用了挖填结合的基面处理模式, 纵向上依据自身功能及坡度设置了 4 层平台, 以第一层平台作为±0 m 标高, 第一层平台为院落门前的甬道, 进深约 7.6 m, 标高为 0 m; 第二层平台为前院, 是入口

第一进院,由倒座房、大门及两侧厢房围合而成,进深约18.3 m,标高约2.5 m;第三层平台是院落的核心空间,包含了过厅、中院、内院,是整个空间序列的高潮部分,进深约28 m,标高约3.6 m;第四层平台为院落的主楼,是院落空间的尽端,进深约6 m,标高约4 m. 整体院落基面呈现长进深,小高差的尺度,与原地形坡度较为契合(图6(d)).

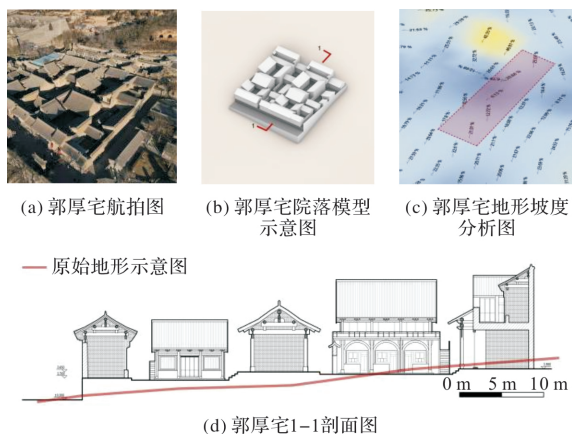


图6 郭厚宅院落营建分析图

Fig. 6 Analysis diagram of Guo Hou courtyard construction

## 2.2 斜陡坡地形中的民居营建实例

斜陡坡是坡度在 $5\sim 25^\circ$ 范围内的地形,以汾西县师家沟村中保存最完整的地山院落成均位望大院为例<sup>[1]</sup>(图7(a、b)). 该院落中平均自然坡度约 $15^\circ$ ,其中二、三层主体建筑建设于坡度约 $21^\circ$ 的地形上(图7(c)),院落依据自身功能和山体地形,分三层主要平台基面进行院落组织. 以主院首层为 $\pm 0$  m标高进行分析,第一层平台为院落的主要入口层,平面上呈“L”形布局,入口处为偏院,内部为主院首层,由正房、两侧厢房及倒座房围合而成,其进深约为23.2 m;第二层平台是一座三合院布局,其进深约10.3 m,标高约5.8 m;第三层平台院落尺度最小,进深约3.3 m,标高约11.5 m(图7(d)). 整体院落充分利用地形,组织各功能空间,每层院落为正房均为祠堂,其屋顶空间属于上层院落平台的一部分,且首层院落两侧厢房也为可上人屋面,提供额外活动场地,同时也为院落偏门和连接二层平台的节点性交通空间. 院落流线灵活,西侧厢房旁的台阶承担了院内的竖向交通组织,同时二、三层平台也均有偏门与村内公共道路相联系,以增强每层平台的可达性,由此房主可以从村内就近选择回家的道路,通达的院内外流线为用户提供了生活便利.

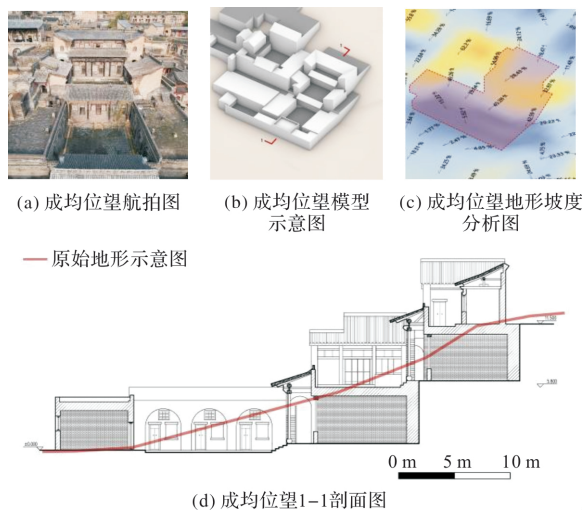


图7 成均位望营建分析图

Fig. 7 Analysis diagram of Cheng Jun Wei Wang courtyard construction

## 2.3 急陡坡地形中的民居营建实例

急陡坡是坡度在 $35\sim 55^\circ$ 范围内的地形,以李家山村三层院为例(图8(a、b)). 三层院主体建筑建设于坡度约为 $41\sim 48^\circ$ 的地形上(图8(c)),从底至高共分为四层平台基面. 以首层平台作为 $\pm 0$  m标高进行分析,该层为三层院的主要入口层,也是院落尺度最大的一层,院落进深约6.3 m,由正房和南厢房组成;第二层院落平台进深约2.2 m,标高约3.4 m,由正房、北厢房及南侧院门组成;第三层院落平台进深约2.3 m,标高约7.1 m,由正房及南北厢房组成,南厢房其中一间作为该层院落大门,另一间设有连接底层的楼梯;第四层平台非本院院落,为村中公共道路,标高约为10.1 m(图8(d)). 三层院整体空间高程跨度大,进深窄,具有急陡坡民居的典型特征.

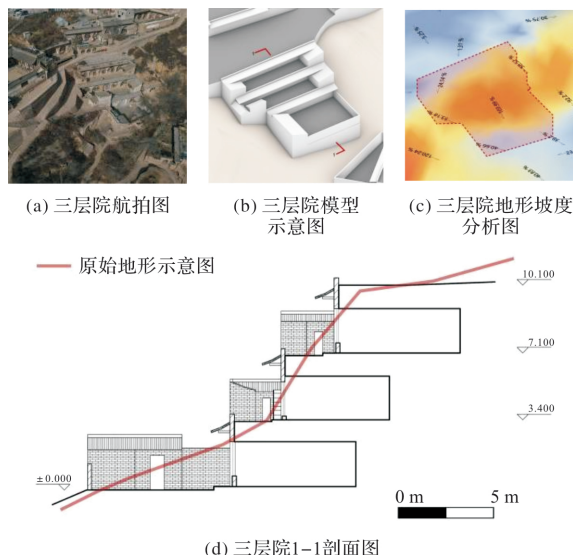


图8 三层院营建分析图

Fig. 8 Analysis diagram of Three-story courtyard construction



## 2.4 垂直坡地形中的民居营建实例

垂直坡是坡度大于  $55^\circ$  的地形。在山西晋中地区,建设在垂直坡地形中的民居十分罕见。灵石县夏门村中的百尺楼依壁傍水而立,整座楼座于石基之上,背依石壁(图 9(a、b)),镶嵌于悬崖壁中。这种险峻的石壁崖面本很难用于民居营建(图 9(c)),然而据资料表明,百尺楼所在之处内凹于山体崖面,自然地形本身给予了一定建设空间<sup>[18]</sup>,因此古代匠人顺势将凹陷处补齐,完成了百尺楼的营造。百尺楼坐西朝东,高约 25 m,面阔约 15 m,进深 4~6 m,建筑共四层,1~3 层为砖拱结构,其中一、二层未建后檐墙,屋内壁石裸露,凹凸不平,用作于储藏空间<sup>[5]</sup>。第四层为砖木结构,与大夫第的主要院落空间相连(图 9(d、e))。

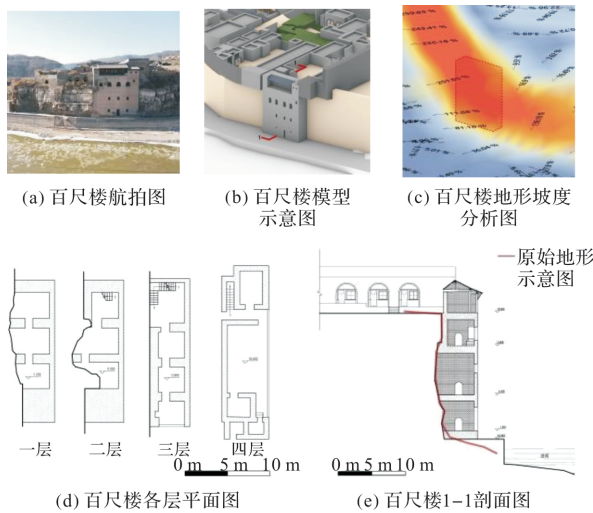


图 9 百尺楼营建分析图

Fig. 9 Analysis diagram of Hundred-foot building construction

## 2.5 院落营建方式总结

在建于缓坡地形的民居中(如:静升镇王家大院<sup>[19]</sup>、冷泉村 48 号院<sup>[20]</sup>、小河村财主院<sup>[21]</sup>),单进院落空间与平地院落并无二致;而多进院落往往沿垂直于等高线的方向组织空间,尽管每进院落根据地形会分平台建设,但是各平台基面高差较小,以 10 级以内的台阶相连接,因此各空间基本保持着水平向交通的连续性(图 10)。

晋中传统山地民居大部分建于斜陡坡地形上(如:店头村郭家别院<sup>[22]</sup>、夏门村御史院<sup>[5]</sup>、师家沟村成均位望大院<sup>[1]</sup>)与缓坡地形中的民居相比,其院落进深尺度缩小,各平台基面高差明显增大,空间在水平向呈现出断裂感。此台地式院落中,各平台的高度往往结合民居建筑层高而设计,使得底层的屋面就直接作为上一层平台的地面,增大了空间利用效率,这种“下窑上院”的台地式院

落空间类型是陡坡山地民居的本质性特征<sup>[23]</sup>。各层平台通过院内楼梯相互连接,同时几乎每一层平台都有通向院外的出入口,形成了丰富的流线路径<sup>[24]</sup>。院落中民居正房均为窑洞形式,或单层窑洞直接提供屋顶平台,或采用下窑上房的构造做法,其目的都是基于山地地形下,增大院落空间的使用面积。因此,在陡坡地形中,传统民居院落依山势特征形成了多交通流线的立体化台地空间组织(图 11)。

在现代建筑设计中,受制于施工难度和成本,很少会将建筑选址于急陡坡上建设<sup>[25]</sup>,但是晋中山地民居通过采用靠崖窑的建构方式,利用山体内穴居空间,拓展了有限的山地用地面积。例如临县李家山村、西湾村等村中部分院落组团均在这种地形下建设。急陡坡中民居院落的营建逻辑与斜陡坡基本一样,只不过受地形的限制因素更强,民居所占有的建设基面往往用地受限。因此,在下窑上院的台地式院落基础上,急陡坡民居院落进深更窄,在平面上多呈现为院宽大于进深的“一”字形态,以此适应复杂的山体地形,院落边界也不一定是规整的矩形,而是顺应地形设计<sup>[26]</sup>。民居布局较为灵活,院落中厢房及倒座房尺寸可大可小,根据用地面积而定,部分院落中甚至没有厢房或倒座房,因此根据布局形式,急陡坡民居聚落中呈现出一合院、二合院、三合院、四合院这多种合院杂糅的现象<sup>[27]</sup>。急陡坡中的民居建设难度更大,虽然此类民居数量不多,但是展现出了独特的山地民居空间风貌(图 12)。

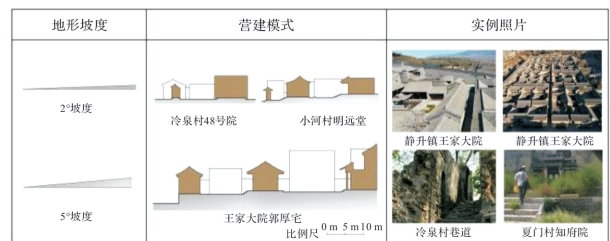


图 10 缓坡地形中的民居营建模式示意图

Fig. 10 Schematic diagram of dwellings mode in slope terrain

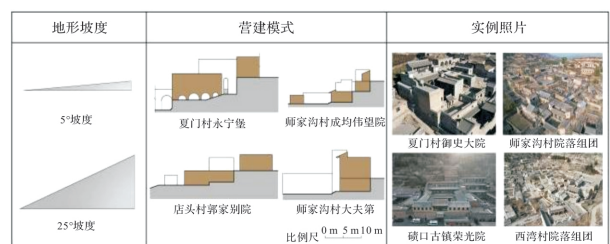


图 11 斜陡坡地形中的民居营建模式示意图

Fig. 11 Schematic diagram of dwellings mode in steep slope terrain

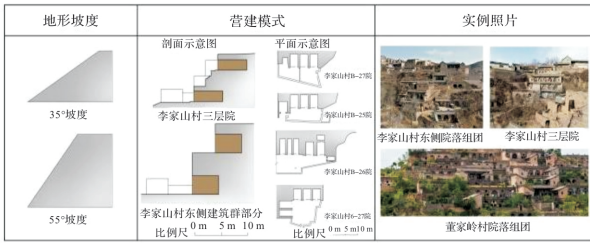


图 12 急陡坡地形中的民居营建模式示意图  
Fig. 12 Schematic diagram of dwellings mode in steep slope terrain

由于建设于垂直坡地形上的民居建筑数量稀少(仅百尺楼<sup>[5]</sup>),本文未对建设于垂直坡的民居营建模式进行总结。

### 3 土地利用效率研究

#### 3.1 量化分析方法

为了进一步分析山地地形影响因素下民居的节地目标,本文将原山地民居和将其假设转化为平地民居的占地面积进行比较,并提出了山地占地面积和平地占地面积两个计算因子,以及土地利用率的参考指标。土地利用效率,指平地占地面积和山地占地面积间的比值,该值越大,则表明原先山地民居的用地效率越高。令山地占地面积为  $s_1$ ,平地占地面积为  $s_2$ ,土地利用效率为  $k$ ,则:

$$k = \frac{s_2}{s_1}$$

需要指明的是,山地民居转化成平地民居的过程,并不是简单的将各个标高的台地基面依次平铺于平地的过程,还需要考虑院落的采光问题<sup>[28]</sup>。在台地式多进民居院落中,由于后院高于前院,故后院正房视线和采光都基本不受遮挡<sup>[29]</sup>;但是,平地院落中,需要考虑院落的进深尺寸,以确保正房采光不受倒座房或前院房间的影响。因此,在本次转化过程中,参照晋中地区冬至日正午太阳高度角( $28^{\circ}40'$ ),部分山地院落转化至平地后,需要增加院落进深以获得正常的采光要求。

#### 3.2 量化分析结果

本文选取了晋中地区 20 处典型传统山地民居院落<sup>[30]</sup>,这些院落都具有典型山地院落中,多进台地式的立体化建造特征,且分布广泛以排除特殊建造因素的干扰。而后对每处院落的所在地形平均坡度、原始山地占地面积、平地占地面积、及土地利用效率进行了统计。结果如表 2、图 13 所示。

表 2 晋中传统山地民居的土地利用效率统计表

Tab. 2 Statistical table of land utilization rate of traditional mountain dwellings in Jinzhong

院落名称	所在地形平均坡度 / (°)	山地占地 面积 $s_1$ / $m^2$	平地占地 面积 $s_2$ / $m^2$	土地利 用率 $k$
郭厚宅	3	1 060	1 060	1.00
李建新院	4	509	509	1.00
新窑院	6	813	813	1.00
郭家院西院	7	576	828	1.44
天聚永	8	1 176	1 344	1.14
广泰当局	10	1 300	1 675	1.28
郭家院东院	11	447	841	1.88
御史院	13	1 485	2 010	1.35
诗礼传家院	13	370	600	1.62
郭家别院东院	14	1 003	1 584	1.60
大顺殿	14	1 540	2 065	1.34
成均伟望	15	923	1 357	1.47
董生院	16	194	320	1.65
永宁堡	20	454	834	1.84
东财主院	20	487	839	1.72
德庆堂	23	912	1 778	1.94
李家山村 9 号院	25	391	899	2.30
荣光店	30	1 271	2 573	2.02
三层院	35	230	690	3.00
东侧建筑群	36	1 637	4 634	2.83

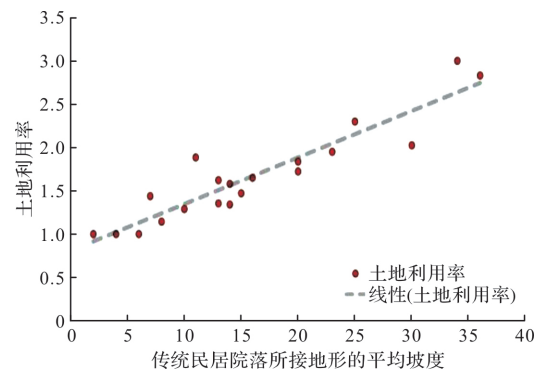


图 13 晋中传统山地民居的土地利用效率统计图  
Fig. 13 Statistical map of land utilization rate of traditional mountain dwellings in Jinzhong

统计结果表明:随着民居院落所在自然地形坡度的增加,民居的土地利用效率也呈现增长趋势。

例如表中,郭厚宅所在地形平均坡度只有  $3^{\circ}$  左右,故其院落组织方式与平地院落几乎无异,无用地基面的立体化特征,故土地利用效率为 1。师家沟村成均伟望大院所在地形的整体平均坡度为  $15^{\circ}$  左右,根据地形,形成了三层台地基面(图 14),其中首层、二层窑洞分别与二层、三层平

台,以下窑上院的建造方式形成竖向复合空间,其面积约 $940\text{ m}^2$ 。该院落后进深总共约 $40.9\text{ m}$ ,占地约 $923\text{ m}^2$ ,将其转化为平地院落,院落进深总共约 $63\text{ m}$ ,占地约 $1\,357\text{ m}^2$ ,土地利用率为 $1.47$ (图12-2)。李家山村三层院,平均坡度约 $34^\circ$ 左右,该院落也形成了三层台地基面,并通过下窑上院、下窑上窑的建造方式形成竖向复合空间,其面积约 $433\text{ m}^2$ ,并且随着坡度增加,院落二、三层的室外平台进深明显减小,且通过靠崖窑特有的穴居式拱券结构,向山内挖掘以形成居住空间,这些空间是不占用地表面积的,这也是类似的台地式窑洞院落,作为山地立体空间的节地魅力所在(图16)。该院落后进深总共约 $13.2\text{ m}$ ,占地约 $230\text{ m}^2$ ,将三层院转化为平地院落,院落进深总共约 $40\text{ m}$ ,占地约 $690\text{ m}^2$ ,是山地占地面积的3倍(图17)。

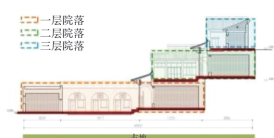


图14 成均伟望大院实际占地示意图

Fig. 14 A diagram of the actual area of Cheng Jun Wei Wang courtyard

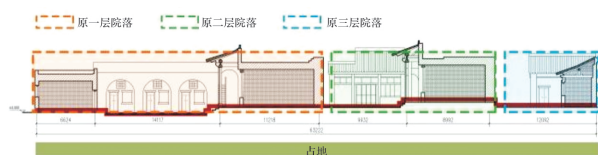


图15 成均伟望大院转化成平地院落后的占地示意图

Fig. 15 A schematic diagram of the area of Cheng Jun Wei Wang courtyard after it was converted into a flat courtyard

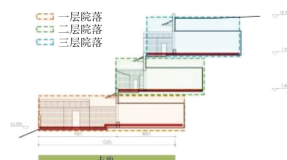


图16 三层院实际占地示意图

Fig. 16 A diagram of the actual area of Three-story courtyard

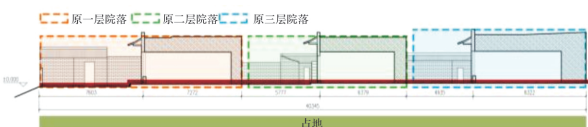


图17 三层院转化成平地院落后的占地示意图

Fig. 17 A schematic diagram of the area of Three-story courtyard after it was converted into a flat courtyard

从建筑空间的视角来看:当地形坡度增大,借助地形形成的民居院落立体化程度越高,这体现于两个空间特征。一是在窑房同构的建造体系下,被重复利用的空间如下窑上院、下窑上窑等占比增大,使得竖向复合空间面积增加;二是室外院落平台进深变窄,并采用靠崖窑形成山内空间,减小了对山体地表的占地面积。因此,晋中山地民居随着地形坡度增加,最终形成了竖向空间复合度高,院落进深窄,并采用靠崖窑的空间特点,达到提升土地利用率的节地营建结果。

## 4 结论

通过探究晋中传统山地民居基面对地形的处理方式、院落组织与地形的映射关系以及土地利用,从基面处理-空间组织-节地机理三方面提出了晋中传统山地民居适应性节地营建模式。结果如下:

(1)提出了勒脚式,下挖式,挖填结合式三种基面处理方式。其中,勒脚式基面广泛适用于地质稳定的缓坡、斜坡( $\leq 20^\circ$ )地形;下挖式基面在缓坡、陡坡、急陡坡中均能施工建设,具有灵活的地形适应性及一定的滑坡灾害预防作用,适用范围广泛;挖填结合式基面包括综合勒脚式和下挖式两种处理方式,适用各种坡度,且在施工中尽可能的达到土方平衡;

(2)提出了缓坡、斜陡坡、急陡坡三种地形坡度下的民居营造类型。缓坡地形( $2\sim 5^\circ$ )中民居院落内高差小,仍具有水平向联通性,与平地院落相似;陡坡地形( $5\sim 25^\circ$ )中院落内呈现多基面、多平台的立体化空间特征;急陡坡地形( $35\sim 55^\circ$ )中正房采用靠崖窑的建构方式,院落内呈现出窄进深、边界及布局灵活的空间特征;

(3)晋中传统山地民居中,土地利用与民居院落的地形坡度呈正向关联趋势,即随着民居院落所在自然地形坡度的增加,民居呈现出竖向复合空间占比增大,院落进深窄,采用靠崖窑的空间特征,使得民居自身立体化程度增加,土地利用也随之增长,以此揭示了晋中传统山地民居的节地机理及规律。

## 参考文献 References

- [1] 薛林平,温雪莹,梁双,等. 师家沟古村[M]. 北京:中



- 国建筑工业出版社,2010.10.
- XUE Linping, WEN Xueying, LIANG Shuang, et al. Shijiagou ancient village[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010.10.
- [2] 薛林平. 磧口古镇[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2019.04.
- XUE Linping. Qikou ancient town[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019.04.
- [3] 魏宇. 晋中山地传统村落生态适应性及保护发展策略研究[D]. 太原:太原理工大学,2015.
- WEI Yu. Research on ecological adaptability and protection and development strategies of traditional villages in the mountainous areas of jinzhong[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology,2015.
- [4] 王金平. 明清晋系窑房同构建筑营造技术研究[D]. 太原:山西大学,2016.
- WANG Jingping. Research on the construction technology of ming and qing jin Series Kiln house homogeneous architecture[D]. Taiyuan;Shanxi University,2016.
- [5] 刘好华,薛林平,杨小虎,等. 厦门古村[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2015.04.
- LIU Haohua, XUE Linping, YANG Xiaohu, et al. Xiamen ancient village[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2015.04.
- [6] 朱向东,王敏. 山西南部山体建筑空间形态分析[J]. 太原理工大学学报,2007(3):264-267.
- ZHU Xiangdong, WANG Min. Analysis of the spatial form of mountain architecture in southern shanxi[J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2007 (3):264-267.
- [7] 李先逵. 古代巴蜀建筑的文化品格[J]. 建筑学报, 1995(3):48-53.
- LI Xiankui. The cultural character of ancient bashu architecture[J]. Architectural Journal,1995(3):48-53.
- [8] 卢济威,王海松. 山地建筑设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.
- LU Jiwei, WANG Haisong. Mountain architecture design [M]. Beijing: China Architecture & Building Press,2001.
- [9] 戴志中. 现代山地建筑接地诠释[J]. 城市建筑,2006 (8):20-24.
- DAI Zhizhong. Interpretation of modern mountain building grounding [J]. Urbanism and Architecture, 2006(8):20-24.
- [10] 刘业鹏. 米脂县城空间形态节地模式研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2016.
- LIU Yepeng. Study on the land saving pattern of mizhi county[D]. Xi'an:Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2016.
- [11] 郑洪汉,顾雄飞,韩家懋,等. 中国黄土中的黏土矿物及其在地层剖面中的变化趋势——洛川和陇西黄土剖面的初步研究[J]. 第四纪研究,1985(1):158-165.
- ZHENG Honghan, GU Xiongfei, HAN Jiamao, et al. Clay minerals in Chinese loess and their changing trends in stratigraphic sections: A preliminary study on loess sections in luochuan and longxi[J]. Quaternary Sciences,1985(1):158-165.
- [12] 王念秦. 黄土滑坡发育规律及其防治措施研究[D]. 成都:成都理工大学,2004.
- WANG Qinnian. Research on the development law and prevention measures of loess landslides[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology,2004.
- [13] 原国华. 黄土斜坡不同破坏模式成因机理研究[J]. 四川:四川建材,2019,45(1):56-57,59.
- YUAN Guohua. Study on the mechanism of different failure modes in loess slopes [J]. Sichuan: Sichuan Building Materials,2019,45(1):56-57,59.
- [14] Briggs, Rich. Earthquakes Megathrusts and mountain building[J]. Nature Geoscience,2016,9(5).
- [15] 陈娟. 山地建筑设计方法探索[D]. 长沙:中南大学,2011.
- CHEN Juan. Exploration of design methods for mountain architecture[D]. Changsha:Central South University,2011.
- [16] 邓玉婷. 适应生态过程的西南山地城市坡地规划策略研究[D]. 重庆:重庆大学,2019.
- DENG Yuting. Research on slope planning strategies for southwest mountain cities adapting to ecological processes [D]. Chongqing: Chongqing University, 2019. DOI:10.27670/d.cnki.gcqdu.2019.001415.
- [17] 赵磊磊. 晋中传统民居的生态经验及其应用研究[D]. 太原:太原理工大学,2013.
- ZHAO Leilei. Ecological experience and application research of traditional residential buildings in jinzhong [D]. Taiyuan: Taiyuan University of

- Technology,2013.
- [18] 刘好华. 山西省灵石县夏门村传统民居建筑特征研究[D]. 北京:北京交通大学,2014.
- LIU Haohua. Research on the characteristics of the traditional residential buildings in xiamen village, ling-shi county, shanxi province[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University,2014.
- [19] 王金平. 山西灵石静升镇[J]. 文物,2015(5):80-87,1.
- WANG Jingping. Jingsheng town, lingshi, shanxi[J]. Cultural Relic,2015(5):80-87,1.
- [20] 薛林平. 冷泉古村[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- XUE Linping. Lengquan ancient village[M]. Beijing: China Architecture & Building Press,2016.
- [21] 薛林平,李志新,归小杨,等. 小河古村[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.07.
- XUE Linping,LI Zhixin,GUI Xiaoyang, et al. Xiaohe ancient village [M]. Beijing: China Architecture & Building Press,2009.07.
- [22] 王崇恩. 店头古村[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2013.08.
- WANG Chongen. Diantou ancient village[M]. Beijing: China Architecture & Building Press,2013.08.
- [23] 郭晶鑫. 山西古村落空间环境改造探析[D]. 太原:太原理工大学,2016.
- GUO Jinxin. Analysis on the spatial environment transformation of ancient villages in shanxi province [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology,2016.
- [24] 李晓丽. 黄土高原沟壑地区山村聚落的空间形态研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2009.
- LI Xiaoli. A study on the spatial form of mountain village settlements in gully areas of the loess plateau[D]. Xi'an:Xi'an University of Architecture and Technology,2009.
- [25] REIN W. van BEMMELEN. Mountain Building[M]. Springer, Dordrecht
- [26] 范霄鹏,刘晓卫. 吕梁临县李家山村的田野调查[J]. 古建园林技术,2018(1):58-61.
- FAN Xiaopeng,LIU Xiaowei. Field research in lijias-han village, linxian county, luliang city[J]. Traditional Chinese Architecture and Gardens,2018(1):58-61.
- [27] 薛林平,陈璐,王怡博,等. 李家山古村[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2013.
- XUE Linping,CHEN Lu,WANG Yibo, et al. Lijias-han ancient village[M]. Beijing: China Architecture & Building Press,2013.
- [28] WANG X Y,SHI Q F. The energy-saving and land-saving utilization on Solar radiation of mountain traditional dwellings in East Shanxi: Take Hedi Town and Sandu Village as Examples[J]. Advanced Materials Research,2014,3383(1008-1009).
- [29] WILSON J. TUZO,BURKE KEVIN. Two types of mountain building[J]. Nature,1972,239:5373.
- [30] 胡冗冗,石峰,何文芳,等. 陕南山地民居的演变与发展[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2009,41(6):841-845.
- HU Rongrong,SHI Feng,HE Wenfang, et al. The evolution and development of mountain dwellings in southern shaanxi [J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. ,2009,41(6):841-845.

(编辑 桂智刚)